



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 117731

(13) U

(51) МПК

H02J 7/36 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 13340**

(22) Дата подання заявки: **26.12.2016**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.07.2017**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.07.2017, Бюл.№ 13**

(72) Винахідник(и):

**Сокол Євген Іванович (UA),  
Івахно Володимир Вікторович (UA),  
Замаруєв Володимир Васильович (UA),  
Єресько Олександр Вячеславович (UA),  
Стисло Богдан Олександрович (UA),  
Тарасюк Андронік Арменович (UA)**

(73) Власник(и):

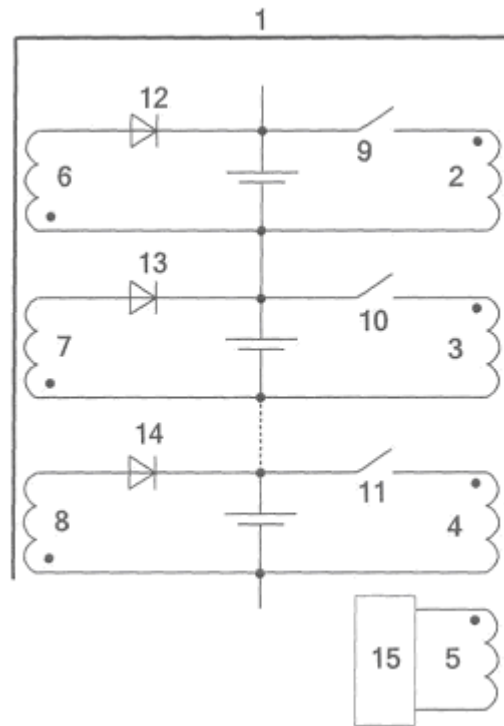
**Сокол Євген Іванович,  
вул. Сухумська, 24, кв. 72, м. Харків, 61141  
(UA),  
Івахно Володимир Вікторович,  
пр. Курчатова, 9, кв. 7, м. Харків, 61108  
(UA),  
Замаруєв Володимир Васильович,  
вул. Гв. Широнінців, 38-б, кв. 140, м. Харків,  
61123 (UA),  
Єресько Олександр Вячеславович,  
вул. Пушкіна, 16, кв. 58, сел. Солоницівка,  
Дергачівський р-н, Харківська обл., 62370  
(UA),  
Стисло Богдан Олександрович,  
вул. Тимурівців, 9-а, кв. 525, м. Харків,  
61054 (UA),  
Тарасюк Андронік Арменович,  
вул. Залеська, 1, кв. 52, м. Харків, 61145  
(UA)**

## (54) АКТИВНИЙ БАЛАНСИР

(57) Реферат:

Активний балансир підключений до батареї з послідовно включених акумуляторів і містить багатообмоточний трансформатор на спільному магнітопроводі, силові ключі, випрямні діоди та систему керування силовими ключами. При цьому кожен з акумуляторів батареї через силовий напівпровідниковий ключ, що керується системою керування, підключений до однієї обмотки трансформатора. До кожного з акумуляторів батареї підключено через випрямний діод додаткову обмотку багатообмоточного трансформатора.

UA 117731 U



Корисна модель належить до галузі енергетики та електроніки і може бути використана при розробці батарейних систем накопичення електричної енергії (БСНН).

Нерівномірність споживання електроенергії протягом доби призводить до нерівномірного завантаження електрогенеруючих підприємств і зниження к.к.д. системи електропостачання.

Очевидним засобом вирівнювання профілю навантаження є наявність в системі електропостачання БСНН, що дозволяє знизити коливання потужності що споживається і рознести в часі фази накопичення і віддачі споживачеві електроенергії.

У БСНН окремі акумулятори з'єднуються послідовно, що дозволяє підвищити рівень його напруги, однак через неминучі відмінності в характеристиках, зумовлених технологічним розкидом, необхідно забезпечити вирівнювання рівнів напруги кожного з акумуляторів БСНН, щоб уникнути її виходу за припустимі межі (виконувати їх балансування).

Одним з важливих параметрів акумуляторної батареї, що дозволяє прогнозувати її вихід з ладу, є внутрішній опір.

Існуючі сьогодні схеми балансування можна розділити на дві основні групи: пасивні балансири і активні балансири. При пасивному балансуванні акумулятор з великим рівнем заряду шунтується резистором, в якому розсіюється надлишкова енергія [1, 2]. При цьому даний акумулятор спеціальним ключем повністю або частково виключається з зарядного ланцюга. Істотним недоліком подібних схемних рішень є низький к.к.д. таких систем. Активні балансири відбирають енергію від надмірно зарядженого акумулятора і здійснюють її передачу акумулятору з меншим зарядом. При цьому одночасно вирішується дві задачі: зменшення рівня напруги на надлишково зарядженому акумуляторі (донорі) і передача додаткового заряду акумулятору з меншим рівнем напруги (акцептору).

Схемне рішення [3] дозволяє передати кожному з акумуляторів БСНН окрему "порцію" енергії, пропорційну недозаряду цього акумулятора за рахунок сумарної енергії БСНН. Кожен з акумуляторів батареї підключений до однієї обмотки багатообмоточного трансформатора через випрямний діод і згладжуючий фільтр. Параметри фільтра відрізняються для кожного з акумуляторів батареї. Додаткова обмотка цього ж трансформатора підключена через комутуючий ключ до всієї батареї. Для передачі енергії адресно будь-якому з акумуляторів батареї виконують керування комутуючим ключем з частотою, що відповідає параметрам фільтра, встановленого на вході акумулятора - акцептора.

До недоліків такого схемного рішення слід віднести неможливість відбору надлишкової енергії від окремого акумулятора батареї; складність налаштування параметрів фільтра - при неузгодженості частоти комутації з параметрами фільтра значно зростає енергія втрат у фільтрі.

Найбільш близьке до пропонованого схемного рішення є схема [4], що реалізована на базі оберненоходового перетворювача. До кожного з послідовно з'єднаних акумуляторів через комутуючий ключ підключено обмотку багатообмоточного трансформатора. Крім цього, додаткова обмотка цього ж трансформатора підключена до позитивного і негативного полюса всієї БСНН. Схема дозволяє працювати в двох режимах: 1 - відбір надлишкової енергії: на прямому ході перетворювача (при підключенні акумулятора з надмірним зарядом до обмотки), відбувається відбір надлишкової енергії і накопичення її в осерді трансформатора. На зворотному ході (при відключенні комутуючого ключа), відбувається передача накопиченої енергії всій БСНН; 2 - дозаряд акумулятора з недостатнім зарядом: на прямому ході відбирається частина енергії БСНН шляхом підключення її до обмотки трансформатора, а на зворотному ході - енергія передається до окремого акумулятора, підключеного за допомогою комутуючого ключа до своєї обмотки. Однак, недоліком такого схемного рішення є поділ двох режимів роботи балансира: дозаряд акумулятора використовуючи енергію БСНН або розряд акумулятора з надмірним рівнем заряду з наступною передачею цієї енергії БСНН.

Таким чином, існуючим схемним рішенням активних балансирів властиві такі недоліки: низька ефективність обміну енергією між акумуляторами батареї, складність "адресної" передачі або відбору енергії конкретного акумулятора батареї.

Задачею пропонованої корисної моделі є усунення зазначених недоліків та підвищення загального к.к.д. системи.

Задача вирішується тим, що у активному балансири, який підключений до батареї з декількох послідовно включених акумуляторів і містить багатообмоточний трансформатор на спільному магнітопроводі, силові ключі, випрямні діоди та систему керування силовими ключами, при цьому кожен з акумуляторів батареї через силовий напівпровідниковий ключ, що керується системою керування, підключений до однієї обмотки трансформатора, згідно з корисною моделлю, що до кожного з акумуляторів батареї підключено через випрямний діод додаткову обмотку багатообмоточного трансформатора.

Суть корисної моделі пояснюється на кресленні. До складу активного балансира входять; багатообмоточний трансформатор 1 з обмотками 2-8; силові ключі 9-11, що підключають обмотку трансформатора до відповідного акумулятора батареї; випрямні діоди 12-14, що включені між обмотками трансформатора та акумуляторами; система керування 15, яка керує

силовими ключами у відповідності з алгоритмом роботи схеми.

Принцип функціонування активного балансира полягає в наступному: схема активного балансира являє собою N (за кількістю акумуляторів в батареї) зворотньоходових перетворювачів, виконаних на багатообмоточному трансформаторі 1.

Для прийняття рішення про необхідність балансування система вимірює рівень напруги на кожному з акумуляторів БСННН, для цього кожен акумулятор на короткий час підключається до обмотки трансформатора через силовий комутатор (режим сканування). В цей час на додатковій вимірювальній обмотці 8 фіксується значення напруги і струму на початку і в кінці такту. За N циклів система керування отримує відомості про рівні напруги на кожному з акумуляторів батареї і обчислює його внутрішній опір. У разі перевищення допустимої різниці в рівнях напруги елементів батареї, запускається алгоритм відбору потужності від максимально зарядженого акумулятора і передача її акумуляторам з меншим рівнем заряду. Нехай в режимі сканування було визначено, що верхній (фіг. 1) акумулятор в батареї має надлишковий заряд. Тоді система керування підключає верхній акумулятор за допомогою силового ключа 9 до обмотки 2. При цьому частина енергії акумулятора накопичується в магнітопроводі 1, як це відбувається під час прямого ходу оберненоходового перетворювача. Після закінчення інтервалу накопичення, система керування відключає силовий ключ 9 від обмотки 2. В цей момент часу починається зворотній хід роботи перетворювача: на всіх обмотках трансформатора з'являється е.р.с. але оскільки обмотки 2-4 відключені силовими ключами від акумуляторів, то єдиним шляхом протікання струму є шлях через випрямні діоди 12-14. Оскільки рівень напруги на кожній з цих обмоток однаковий, а рівень заряду акумуляторів різний, то більша частина накопиченої на прямому ході енергії буде передана акумулятору з найменшим рівнем заряду, а на вимірювальній обмотці 5 в цей момент буде зафіксовано напругу на мінімально зарядженому акумуляторі батареї. Цей процес повторюється до тих пір, поки не витратиться надлишковий рівень заряду. Такий режим роботи дозволяє прискорити процес балансування акумуляторів батареї за рахунок одночасного відбору потужності від акумулятора з надмірним зарядом і передачі її акумулятору з найменшим зарядом.

З певною періодичністю режим сканування повторюють для виявлення акумулятора з максимальним рівнем заряду. При досягненні мінімального розбалансування процес вирівнювання припиняється.

Позитивний ефект - підвищення ефективності балансування - досягається за рахунок суміщення двох режимів: відбору потужності від акумулятора з надлишковим зарядом і "адресної" передачі її акумулятору з меншим рівнем заряду. При цьому механізм "адресної" передачі енергії відбувається виключно апаратними засобами системи, що дає можливість розвантажити програмну частину системи керування.

Джерела інформації:

1. B. Lindemark, "Individual cell voltage equalizers (ICE) for reliable battery performance, " in Proc, IEEE 13th Int. Telecommun. Energy Conf., Kyoto, Japan, Nov. 1991, pp. 196-201. DOI: 10.1109/INTLEC.1991.172396

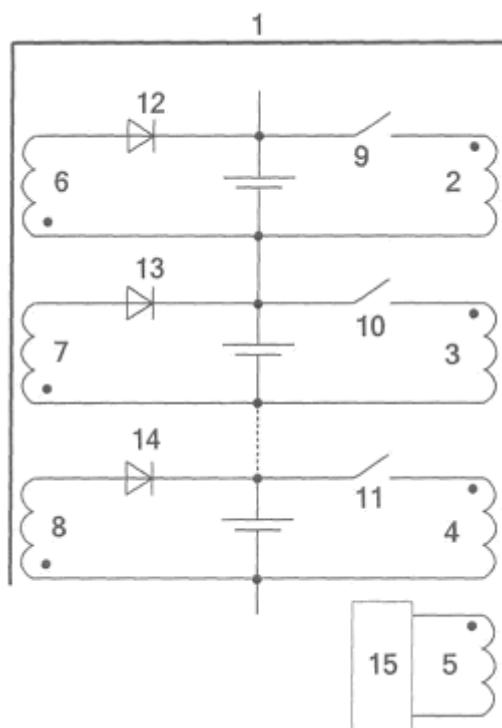
2. T. Stuart and W. Zhu, "Fast equalization for large lithium ion batteries, " IEEE Aerosp. Electron. Syst. Mag., vol. 24, no. 7, pp. 27-31, Jul. 2009. DOI: 10.1109/MAES.2009.5208557

3. Jin-Woong Kim, Jung-Ik Ha "Cell Balancing Method in Flyback Converter without Cell Selection Switch of Multi-Winding Transformer" Режим доступу: <http://www.jeet.or.kr/LTKPSWeb/uploadfiles/be/201511/041120151650239847500.pdf>

4. M. Einhorn, W. Roessler, and J. Fleig, "Improved performance of serially connected Li-ion batteries with active cell balancing in electric vehicles, " IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 60, no. 6, pp. 2448-2457, Jul. 2011. DOI: 10.1109/TVT.2011.2153886.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Активний балансір, який підключений до батареї з послідовно включених акумуляторів і містить багатообмоточний трансформатор на спільному магнітопроводі, силові ключі, випрямні діоди та систему керування силовими ключами, при цьому кожен з акумуляторів батареї через силовий напівпровідниковий ключ, що керується системою керування, підключений до однієї обмотки трансформатора, який **відрізняється** тим, що до кожного з акумуляторів батареї підключено через випрямний діод додаткову обмотку багатообмоточного трансформатора.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601